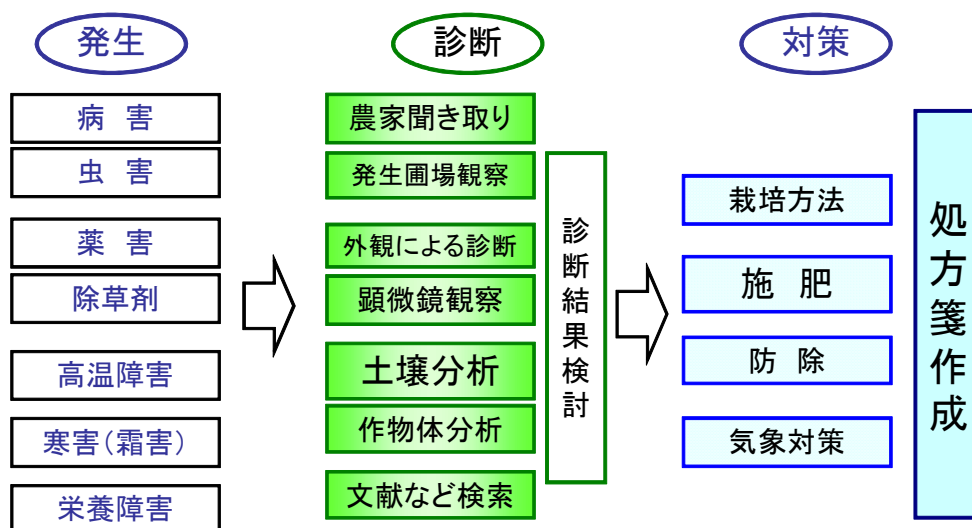


VIII 栄養障害の診断

1 診断の流れ

現場で何らかの障害が発生した時、葉や果実だけで判断できることは少ない。図VII-1のように栄養障害様の症状を示す要因には、病虫害、農薬や除草剤の薬害や高温障害等の気象要因もあり、栄養障害の診断は栽培条件全般を見渡して総合的に判断する必要がある。

診断の手順は、まず発生時期や施肥・農薬の散布履歴、その他栽培管理全般の聞き取り調査、障害発生部位や土壌条件等のは場観察調査を行い、分析用の作物体と土壌の採取を行う。病虫害の要因が考えられる場合は実体顕微鏡や光学顕微鏡等で検鏡して確認する。その後に症状等の外観による診断、pHやEC等の簡易な土壌分析、文献情報等との照合を行う。ここまでの手順である程度の見当は付けられる。障害の発生が一時的な場合や発生場所が限定され経済的損失も小さい場合はここまでの情報で判断しても良い。しかし、障害が毎年発生する場合や損害の規模が大きい場合は原因を明確にしておく必要があるため、詳細な土壌分析や作物体分析の情報も加えて、総合的に判断し、処方箋を作成する。

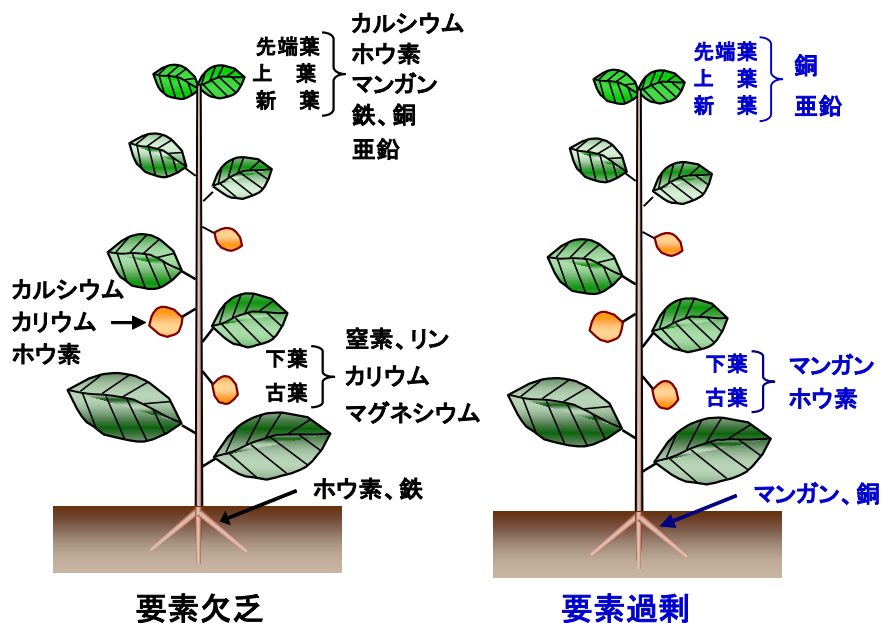


図VII-1 栄養障害の診断の流れ

(1) 外観による診断

最初に何の要素が問題を引き起こしているか見当をつけるために、障害発生部位は重要な情報となる。図VII-1-(1)-1のように要素によって障害が発生する部位に特徴があるためである。これは作物体中での各元素の移動のし易さに起因する。窒素、リン酸、カリウムおよびマグネシウムの欠乏症状は移動しやすいために下位葉や古葉から現れる。カルシウム、ホウ素、マンガン、鉄、銅および亜鉛の欠乏症状は移動しにくいために先端葉、上位葉、新葉に現れる。また、カルシウム、ホウ素は果実で欠乏症状が現れることも良くある。一方、過剰症は移動しにくい元素の障害が下位葉や古葉に現れる。

次に葉に現れる症状の特徴も重要な情報となる。これには大別して、まず黄化（クロロシス）にはじまるものと、緑色のまま種々の斑点を生じるものがある。窒素、マグネシウムおよび鉄は黄化を引き起こす。一方、明らかな黄化を呈さない要素にリン酸、カリウム、カルシウムおよびホウ素がある。これらの要素は葉緑素や葉緑体タンパクの生成に直接関与していないからである。



図VII-1-(1)-1 各要素の欠乏・過剰症の発生しやすい部位

(2) 土壌条件による診断

ア 水分状態

土壌の乾湿が要素の欠乏・過剰症状を引き起こすことがあるため、土壌の水分状態は大切な調査項目である。たとえば、ホウ素やカルシウムは植物体内で水の蒸散に伴って移動するため、乾燥条件では欠乏症が出やすいとされる。一方、土壌が還元状態になると重金属の溶解度は増す。たとえば、3価の鉄や4価のマンガンは還元されて2価の鉄やマンガンになり作物に供給される量が急激に増加する。このため、排水不良の土壌ではマンガン等の重金属の過剰症は発生しやすくなる。

イ pH

土壌pHは土壌中の養分の可給化に大きく影響するため、要素の欠乏・過剰との関係が深い。詳しくは「VI 土壌診断とその活用」の項目を参照。

ウ EC

作物の塩類濃度に対する抵抗性は作物によって異なるため、耐えられるECの数値にも違いがある。また、土壌の土性によっても障害発生の程度が異なり、砂質土の方が腐植や粘土の多い土壌より低いECで障害が発生する。一概には言えないが、おおむね砂質土で1.0mS/cm、腐植や粘土の多い土壌で1.5mS/cmくらいになると根が害され、各種の要素欠乏が出やすくなる。

エ 可給態養分

要素の欠乏・過剰に関係するのは、各養分の土壌中の「可給態」量である。文献等で作物の欠乏・過剰を引き起こす土壌中の限界濃度（例、表VII-1-(2)-1）が種々提示されているのでそれらを参考にしていきたい。

表VII-1-(2)-1 作物に欠乏症，過剰症が発生する各要素の土壌中含量（高橋英一ら）
多量要素は乾土100g中mg，微量要素はppm（乾土1kg中mg）で表示

要素名	欠乏症の発生 しやすい含量	健全土壌の含量	過剰害の発生 しやすい含量
窒素	硝酸態 0.5mg以下 アンモニア態 2.5mg以下	硝酸態 3～8mg アンモニア態 5～15mg	砂質土 10mg以上 粘質土 20mg以上
リン酸	有効態 8～20mg以下	有効態 30～100mg	有効態 300～500mg
カリウム	交換性 10mg以下	交換性 15～20mg	交換性 30～40mg以上
カルシウム	交換性 100mg以下	交換性 200～400mg	交換性 500mg以上
マグネシウム	交換性 10～15mg以下	交換性 25～50mg	
ケイ酸	有効態 10mg以下	有効態 15mg以上	過剰害なし
ホウ素	有効態 0.4ppm以下	有効態 0.8～2.0ppm	有効態 7ppm以上
マンガン	易還元性 50～60ppm以下 交換性 2～3ppm以下	易還元性 100～250ppm 交換性 4～8ppm	易還元性 300ppm以上 交換性 10ppm以上
鉄	交換性 4.0～8.0ppm以下	交換性 8～10ppm	
亜鉛	可溶性 4.0ppm以下	可溶性 8～40ppm	可溶性 100ppm以上
銅	可溶性 0.5ppm以下	可溶性 0.8～1.5ppm	可溶性 5ppm以上

- 注) 1. 表中の含有量は大まかな目安である。実際には、より高い含有量でも過剰害が起きない場合がある。
2. 特に、リン酸の場合、作物の種類によって著しく異なるほか、栽培様式によって大幅に変動する。また、地域差（温度の高低）による相違も大きい。

(3) 作物体分析による診断

作物体の分析は、硫酸等の強酸（湿式灰化）や電気炉を用いた強熱（乾式灰化）で作物体の有機物を完全に分解し、無機化した試料を分析項目に応じて様々な分析機器にかけることで行われるため、生産現場で簡易に行えるものではない。

通常、障害の診断は、障害の発生した葉などの試料と健全な試料を比較することで行う。また、各要素の適正範囲が示された文献もあるので参考にしていきたい。

ただし、作物体分析でも原因が特定できない場合があり、このような場合は水耕栽培等で原因究明を行う必要がある。

2 欠乏症と過剰症

	欠乏症状	過剰症状
炭素 (C)	<ul style="list-style-type: none"> 施設園芸などでは炭酸ガス施用が効果のある場合がある 	
窒素 (N)	<ul style="list-style-type: none"> 植物全体がおおむね一様に緑色が減じ、淡黄になる 植物全体は矮性になり、分げつは減少する 根の発達、伸長が鈍化する 種実の収量は減じ、品質も落ちる場合が多い 	<ul style="list-style-type: none"> 葉は暗緑色となり、多汁柔軟となり、病虫害、冷害などの抵抗性減少 茎は伸長し、分げつも増加し耐倒伏性が弱まる 根の身長は旺盛となるが、細胞が少ない 種実の成熟が遅延する
リン (P)	<ul style="list-style-type: none"> 欠乏症は一般に下葉より発生、上葉に及ぶ 葉幅が狭くなり、その色は暗緑色、緑赤色、赤褐色、青緑色を呈する(アントシアン色素の生成) イネ科植物では分げつ低下が顕著 着花数が減じ、開花結実も遅延する 根毛が粗大になり、発育不良となる 	<ul style="list-style-type: none"> 一般に過剰症は出にくい 栄養成長が止まり成熟が促進しすぎ、低収を導くことがある リン酸多量施用は亜鉛、鉄、マグネシウム欠乏を誘発する
カリウム (K)	<ul style="list-style-type: none"> カリウムは移動しやすいので、欠乏症は古葉より発生 新葉や古葉の中心部が暗緑色を呈し、ついで葉の先端や葉変緑部が黄化し、壊死し、この葉縁部と健全部との境界が明瞭 葉にしわがよったり、ねじれを生ずることがある 根は主根の付近のみに形成、側方の生長が制限される 	<ul style="list-style-type: none"> 窒素と同様過剰吸収しやすいが、過剰症は出にくい 土壌中カリウムの過剰はマグネシウム、カルシウムの吸収を抑制し、これらの欠乏症を促進する

(前ページからの続き)

	欠乏症状	過剰症状
カルシウム (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> ・生体内で動きにくいので、欠乏症は新しい生長点より発生する ・生長組織の発育不全で、芽の先端は枯死し、また細根の少ない短い太い根を生ずる ・子実の充実が不十分で成熟が妨げられる ・トマトの尻ぐされ、セルリー、白菜などの芯ぐされ病がカルシウム欠乏とされている 	<ul style="list-style-type: none"> ・カルシウムの過剰症は出にくい ・しかし多量の石灰施用はマグネシウム、カリウム、リン酸の吸収を抑制する ・高pHはマンガン、ホウ素、鉄などの溶解性を減じ、作物の欠乏症を助長する
マグネシウム (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> ・葉緑素の形成が妨げられ、葉脈間が黄化 ・イネ科植物ではスジ状、広葉の植物では網目状の黄化 ・黄化部の壊死は起こりにくい ・カリウムの偏用はマグネシウム欠乏を助長する 	<ul style="list-style-type: none"> ・苦土石灰や水酸化マグネシウムを過剰施用すると土壌がアルカリ性になり微量要素の欠乏症等が発生する。
硫黄 (S)	<ul style="list-style-type: none"> ・新葉よりも古い葉に顕著な黄化現象がみられる(窒素欠乏と類似) ・わが国では天然供給量が多く、また硫酸根肥料の施用により硫黄欠乏症は起こりにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ・植物自体の過剰症はみられない ・硫酸根肥料の多施は土壌を酸性化する ・老朽化水田では硫化水素発生原因となる ・近年煙害の一因として亜硫酸ガスが問題化
鉄 (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> ・葉緑素の生成が妨げられ、葉は黄化又は白色化する。しかし褐色壊死は起こりにくい ・欠乏症は上葉より発生する ・硫酸第一鉄溶液のスプレーで回復する ・リン、マンガンおよび銅の過剰吸収は鉄欠乏を助長 	<ul style="list-style-type: none"> ・イネの還元障害はFe^{2+}の吸収によるとの説あり ・多量の鉄資材の投与はリン酸固定が増大し、その肥効を減ずる

(前ページからの続き)

	欠乏症状	過剰症状
マンガン (Mn)	<ul style="list-style-type: none"> ・イネ科植物では縞状の黄化，症状が進むと壊死に至る。広葉の植物では斑点状の黄化や壊死が起こる ・高pH土壌や有機物過多土壌は，マンガン欠乏が起こりやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ・根が褐変し，葉に褐色の斑点を生じたり，あるいは葉縁部が白色化，紫色になったりする ・マンガン過剰は鉄欠乏症を助長する
ホウ素 (B)	<ul style="list-style-type: none"> ・植物体の矮性，茎葉の肥厚やねじれ，葉の紫色化 ・茎の生長点の発育停止，褐変などが起こる ・多数の側枝を出し，ロゼット状となる ・根の伸長阻害，細根の発生が減少する 	<ul style="list-style-type: none"> ・葉縁が黄化し，ついで褐変する ・微量要素中で施用許容範囲が狭く，過剰症が出やすい
亜鉛 (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> ・葉が小さくなったり(小葉病)，変形したり，更に葉脈間に黄色の斑点を生ずる(斑葉病) ・細根の発育不全 	<ul style="list-style-type: none"> ・新葉に黄化現象を生じ，さらに葉，葉柄に赤褐色の斑点を生ずる ・抵抗性は作物によって異なる
モリブデン (Mo)	<ul style="list-style-type: none"> ・葉が中肋を残して鞭のようになる ・葉脈間が黄化する ・葉に黄色の大きな斑点を生ずる ・葉が巻き，コップ状となる ・植物体の矮化など植物によって多種多様 	<ul style="list-style-type: none"> ・植物は一般にモリブデン過剰症を現しにくい ・葉にクロロシスが現れる ・馬鈴薯では小枝が赤黄色，トマトでは黄金色を呈す
銅 (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> ・麦類では葉は黄白化，褐変し，よじれる。穂は萎縮したり，止葉より完全に抽出せず稔実が悪い(開墾地病) ・果樹の枝枯れは銅欠乏とされ，若枝に水ぶくれ状の斑点を生ずる。また葉に黄色斑点ができる 	<ul style="list-style-type: none"> ・主根の伸長阻害，分岐根の発生が短小 ・銅過剰は鉄欠乏を誘発する ・生育不良となり，葉にクロロシスが現れる
塩素 (Cl)	<ul style="list-style-type: none"> ・葉先端の萎凋，ついで葉にクロロシスを起こし，更に青銅色の壊死に進展する 	<ul style="list-style-type: none"> ・塩害は塩素の過剰吸収でなく，食塩の高濃度障害である

(前ページからの続き)

	欠乏症状	過剰症状
ケイ素 (Si)	<ul style="list-style-type: none">・生理的研究からイネでは生育の減衰，出穂の遅延，白穂の発生，稔実障害，籾の褐色小斑点などが症状として観察されている・実際ほ場では葉が垂れ下がり，病虫害にかかりやすく，また倒伏しやすくなる	<ul style="list-style-type: none">・鉍さい類の多投は土壌pHを上げすぎ好ましくない

3 作物別要素欠乏症発現の難易一覧

(高橋英一ら)

●非常におこりやすい ◎おこりやすい ○おこる ☆ほとんどおこらない

作物名	窒素	リン酸	カリウム	カルシウム	マグネシウム	珪素	マンガン	鉄	亜鉛	モリブデン
水稻	◎	○	○	☆	○	☆	○	○	○	☆
陸稲	◎	○	○	☆	○	☆	○	◎	○	☆
穀類	●	◎	◎	☆	●	☆	◎	○	☆	☆
キュウリ	●	○	◎	○	◎	○	☆	○	☆	☆
トマト	◎	○	○	●	●	◎	○	○	☆	○
ナス	◎	○	○	☆	●	○	☆	○	☆	☆
ピーマン	◎	○	●	◎	◎	☆	☆	☆	☆	☆
スナップ	●	○	◎	○	◎	○	☆	☆	☆	☆
イチゴ	○	○	◎	○	◎	○	☆	☆	☆	☆
キャベツ	◎	○	●	◎	○	○	☆	☆	☆	○
ワサビ	◎		◎	●	●	◎	☆	☆	☆	☆
アスパラ	○	○	○	◎	○	○	☆	☆	☆	☆
レタス	○		○	◎	◎	◎	☆	☆	☆	◎
ホウレンソウ	◎	○	◎	●	●	◎	○	○	☆	○
シロイ	◎	○	○	○	●	○	☆	☆	☆	☆
セリ	◎	○	◎	○	●	●	☆	☆	☆	☆
アスパラ	◎	○	○	○	○	☆	○	☆	☆	☆
アスパラ	◎	○	○	○	◎	◎	☆	☆	☆	☆
アスパラ	◎	◎	○	○	◎	◎	☆	☆	☆	◎
ダイコン	◎	○	◎	○	●	◎	○	☆	☆	○
ニンジン	◎	○	○	☆	◎	○	☆	☆	☆	☆
ジャガイモ	◎	○	●	○	◎	◎	☆	☆	☆	☆
サトウ	○	○	◎	○	◎	○	☆	☆	☆	☆
ダイズ	○	○	◎	○	◎	☆	○	☆	☆	☆
大豆	○	●	○	○	●	◎	○	○	☆	○
リンゴ	○	☆	○	○	●	◎	◎	○	◎	○
リンゴ	○	☆	○	☆	◎	◎	○	☆	○	☆
柿	○	☆	○	☆	○	☆	☆	☆	☆	☆
柿	○	☆	◎	☆	◎	○	○	☆	○	○
ブドウ	○	☆	◎	☆	●	◎	○	☆	○	☆
イチゴ	○	☆	●	☆	●	○	○	☆	☆	☆
イチゴ	○	☆	○	☆	◎	○	○	☆	☆	☆

注：同じ作物でも品種，生育ステージ，土壌および気象条件，さらに他の要素とのバランスなどによっても欠乏症の発現の有無，程度が異なる場合がある。

4 葉面散布の標準試薬と注意点

元素	試薬名	対象作物	濃度 (%)	備 考
窒素	尿素	イネ, ムギ	1~2	<ul style="list-style-type: none"> ・10a当たり150L散布, 1%液150Lは窒素で0.7kgに相当する。 ・秋落ち対策には, 幼穂形成期に2%液を散布する。散布回数は, 1~2回。 ・コムギは生育後期, 出穂以後の施用で効果が大きい。 ・トマトは, 1.8~3.0%で薬害が発生するので注意する。 ・幼苗では90~100L/10a ・成熟したものは100~150L/10a ・尿素の吸収は, 明, 暗所の影響は小さい。
	※尿素は速効性で, 24時間後には体内で同化される。	トマト	0.75	
		セルリー	1.0	
		野菜一般 (幼苗)	1~2	
		カンキツ	0.5	
リン	リン酸一ナトリウム	イネ	1~2	<ul style="list-style-type: none"> ・リン酸の吸収しにくいかんがい水温度の低い水田での効果が高い。 ・散布液の適pHは, リン酸ナトリウムがpH3~6, リン酸カリウムがpH7~10, リン酸アンモニウムが3~10である。pH2以下での吸収は多いが, ネクロシスを生じる。 ・リン酸化合物は他のものと混用すると化学変化し, 肥効が無くなる場合があるので, 注意する。展着剤は添加せず, 砂糖の1~5%液にリン酸を溶かし, 散布する。 ・カリの散布も考慮したリン酸二カリウムの0.2~0.4%液も利用される。リン酸一カリウム, リン酸カルシウムは乾燥状態では塩が析出するので, 吸収されにくい。
	リン酸一アンモニウム	各種作物	0.5~1.0	
	リン酸二アンモニウム			
	※リン酸の葉面からの吸収量は窒素やカリより劣る。			
カリウム	硫酸カリ	イネ	1~2	<ul style="list-style-type: none"> ・秋落ち水田対策には, 幼穂形成期から出穂の15日前くらいまでが散布適期である。 ・ごま葉枯病にはカリの他, 尿素やマンガンの同時散布が効果的である。 ・小粒菌核病対策にも効果が認められる。
	塩化カリ	各種作物		

(前ページからの続き)

元素	試薬名	対象作物	濃度 (%)	備 考
カルシウム	塩化カルシウム 硫酸カルシウム	各種作物	0.3~1.2	<ul style="list-style-type: none"> セルリーの芯腐れには0.6~1.2%液、トマトの尻腐れには0.4~0.6%液の成長点や肥大開始頃の果実へ散布する。 ハクサイ、キャベツの芯腐れには効果がない。 カルシウムは木部だけしか移動できないことから、葉面散布の効果が出にくい。
マグネシウム	硫酸マグネシウム	イネ 野菜 果樹	0.5~1.0 2.0 2~4	<ul style="list-style-type: none"> 1回よりも数回に分けて散布する。 葉面散布による効果の発現まで3~5週間を要する。 果樹でのマグネシウムの土壌施用効果は1~2年後に発現する。
鉄	硫酸第一鉄 硫酸第二鉄	各種作物	0.1~0.3	<ul style="list-style-type: none"> 若い葉は、古い葉より薬害を受けやすい。 1回よりも数回に分けて散布する。 必ず展着剤を添加する。 葉の中での移動がきわめて小さく、散布液が侵入した周辺細胞だけが緑色を示すことが多い。
マンガン	硫酸マンガン	イネ、ムギ 野菜 果樹	0.5~1.0 0.3 0.25(5~6月) 1.5(3月)	<ul style="list-style-type: none"> 秋落ち水田でのマンガン散布の効果は大きい。 生石灰と等量混合して散布する。 落葉果樹では、芽が出てから散布する。 ブドウでは、開花15~22日後に施用する。この時期は0.5%以上で薬害が発生する。
ホウ素	ホウ砂	セルリー ナタネ ナシ ブドウ	0.3~0.4 1.0 0.6~0.12 0.1~0.3	<ul style="list-style-type: none"> ホウ砂は60~70℃の湯に溶かしてから規定濃度に希釈する。 等量の生石灰を加用して散布する。 ブドウは開花1週間から10日前に散布する。

(前ページからの続き)

元素	試薬名	対象作物	濃度 (%)	備 考
亜鉛	硫酸亜鉛	野菜	0.1～0.5	<ul style="list-style-type: none"> ・ロゼット症，小葉症など亜鉛欠乏による異常障害の治癒には樹幹注入の効果大きい。 ・薬害防止に生石灰，消石灰を加用する。春先の芽の出る前の散布が最も効果的で，しかも，薬害は発生しない。
		カンキツ	0.5～0.6	
		一般果樹	3.0(芽のふくらむ前)	
銅	硫酸銅	果樹	0.5～0.1	<ul style="list-style-type: none"> ・消石灰を同量加用する。
モリブデン	モリブデン酸アンモニウム	各種作物	0.01～0.05 (苗床)	<ul style="list-style-type: none"> ・0.2%になると薬害が発生する。 ・カンキツには数週間で効果が現れる。 ・鉄と同様体内での移動がきわめて小さいので，下位葉に散布しても上位葉に移行しないので，全体に散布する。

注) ここに示している試薬には肥料登録のないものが含まれる。登録のない試薬は欠乏の要因解明のための霧吹き等による試験的な散布とする。

5 本県において発生した生理障害の原因と対策の例

(1) 要素欠乏症の事例

元素	作物名	名称	発生場所	症状	原因	対策	文献(年)
窒素, リン	ソルガム	初期生育障害	県内全域	出芽直後から葉が赤紫色(アントシアニン色素の集積)に変色し, 生育停滞が起こり甚だしい場合には枯死する	窒素およびリン酸欠乏を主要因とする栄養障害と土壤微生物による根部障害が複合したもの	①播種前の有機物施用, ②多雨後の早めの窒素追肥	鹿児島農試研報16(1988), 他
カルシウム	ピーマン	尻腐れ果	産地の一部のほ場	果実の尻が腐敗する。	土壌中のCa/K比が低かったことに起因する果実のカリの過剰吸収によるカルシウム吸収の抑制が一因	明記なし	土肥要旨集51(2005)
カルシウム	サトイモ	芽つぶれ症	県内産地全域	子および孫イモの頂芽部を中心に欠損を生じ, 肉質部が露出しているもので, イモ肥大に伴って亀甲状の割れ紋を呈するものが多い	石灰の吸収・転流に係る生理障害	①基肥の石灰の増施, ②十分なかん水を伴った石灰追肥により, 発生は著しく減少	土肥誌64(1993)
鉄	サトイモ	黄化葉症	奄美地域の石灰岩土壌地帯	石灰岩の土壌地帯で1~3月の低温期に葉脈間が黄化する現象	土壌の交換性石灰含量が多い, 低温等で生育停滞し, 植物体のカルシウム含量増大, 二価鉄含量低下により黄化葉が発生	明記なし	鹿児島農試研報25(1996), 他

(前ページからの続き)

元素	作物名	名称	発生場所	症状	原因	対策	文献(年)
カルシウム	ソラマメ	しみ症	指宿地域の早どり栽培地帯	子実の種皮がしみ様に褐変する	主原因はカルシウムで、莢肥大中期以降の欠乏の影響が大きい。ホウ素の欠乏あるいはカリウムの過剰によって発生が助長される	①塩化カルシウムの葉面散布, ②とくに莢および果柄基部にカルシウムを散布すると種皮に移行しやすい	土肥誌70(1999), 他
ホウ素	ソラマメ	わた黒変	出水地域の秋まき春とり作型	莢内部の海綿状組織(わた)が黒褐色の水浸状に変質する	ホウ素の欠乏が細胞壁の障害を誘引し, ポリフェノールを増加させ, 酸化酵素と反応することにより発生する	ホウ素資材の葉面散布	鹿児島農総研報・耕種6(2012), 他
マグネシウム	メロン	葉枯れ症	喜界島の石灰岩土壌地帯	着果後30日程度から上位葉に発生し, その後全体に広がる。症状が酷くなると中位から上位の葉は葉脈を残して枯死状態となる	カルシウムの過剰吸収によるマグネシウムの吸収阻害によって生じたものである	①葉枯れ症発生初期の硫酸マグネシウムの葉面散布, ②土壌中の可溶性Ca/Mg比を6以下に矯正する。	土肥誌66(1995), 他
ホウ素	さつまいも	塊根内部黒変症	県内の青果用さつまいも栽培地域	いもの外観には異常が認められず, 塊根の内部に黒変がある。発症いもは苦みがあり, 食用にならない	①高温で発症が多い, ②塊根中のホウ素含量が少ないと発症が多い, ③品種間差があり, ベニオトメの発生率が著しく高い	①無マルチで栽培する, ②ホウ素資材を施用する	鹿児島農試研報28(2000)

(前ページからの続き)

元素	作物名	名称	発生場所	症状	原因	対策	文献(年)
鉄	オリエンタルユリ	上位葉黄化症状	沖永良部島の石灰岩土壌地帯	pHの高い石灰岩土壌で上位葉が黄化する症状	高pH土壌における鉄欠乏	塩化第2鉄またはキレート鉄の葉面散布	九州農業研究66(2004)
マグネシウム	温州ミカン	苦土欠乏	県内のカンキツ園	葉脈間の黄化	明記なし	苦土資材を苦土成分(MgO)で年間20kg/10a以上施用	九州農業研究53(1991)
銅	タンカン	銅欠乏	南薩地域の一部	果実の果こう部から赤道部にかけて暗褐色の斑点が生じ、酷いものでは果面が凸凹になる	発生園は水田転作園で、排水が悪く、根域が浅く、土壌の銅含量も欠乏域である	ボルドー液の3～5回の散布で異常果の発生は著しく減少	九州農業研究62(2000)
鉄, マグネシウム	甘夏	黄化葉	出水地域	葉脈間が黄化し葉脈が緑色で網目状となる症状と葉の中肋の両側の葉脈間が黄化する症状	障害葉の鉄, マグネシウム含量が健全葉より低い	10aあたりキレート鉄3kg, 水酸化マグネシウム60kgの施用	九州農業研究66(2004)
マグネシウム	キンカン	黄化葉	入来町東郷町	葉脈間が黄化し、症状が進行すると落葉する	着果過多, 堆肥や化学肥料の蓄積で土壌中カリウムの過剰および水田跡地園での湿害による根傷み	適正着果, カリ肥料の減肥, 水マグ・硫マグの施用および排水対策	果実日本63(2008), 他

(前ページからの続き)

元素	作物名	名称	発生場所	症状	原因	対策	文献(年)
ホウ素	マンゴー	果実表面がくぼむ障害	県内のマンゴー栽培地域	直径20mm程度の幼果内部にしみ様の褐変が生じ、果実肥大とともに背部の果こう部に近いところがくぼむ	幼果期のホウ素欠乏が関与している。根域制限下での花芽分化期と開花期の土壌乾燥の影響が考えられる	開花終期の花穂への0.2%ホウ素液の1回散布	鹿児島農総セ研報・耕種5(2011), 他

(2) 要素過剰症の事例

元素	作物名	名称	発生場所	症状	原因	対策	文献(年)
ホウ素	温州ミカン	ホウ素過剰	有明町	ハウス栽培の早生温州みかん園で、葉先が黄化、褐変し、異常落葉、落果等の障害	ホウ素資材の葉面散布および土壌施用。葉中ホウ素含量が266ppm以上で葉先の黄化、411ppm以上で葉先の褐変、落葉が発生。	石灰施用、かん水などの対策で、4年後に落葉が見られなくなった。しかし、対策4年後においても土壌のホウ素含量は適正上限の1ppmを超えていた。	九州農業研究54(1992)
ホウ素	マンゴー	ホウ素過剰	さつま町の1ほ場	樹勢低下、葉先周縁の褐変および落葉の増加等の症状	ホウ素資材の土壌への連年施用	明記なし	普及に移す研究成果(2009)



ピーマンの尻腐れ果
(Ca欠乏)



サトイモの芽つぶれ症
(Ca欠乏)



サトイモの黄化葉症
(Fe欠乏)



ソラマメのしみ症
(Ca欠乏)



ソラマメのわた黒変
(B欠乏)



メロンの葉枯れ症
(Mg欠乏)



さつまいもの塊根内部
黒変症 (B欠乏)



オリエンタルユリの
上位葉黄化症 (Fe欠乏)



タンカンの銅欠乏



キンカンの黄化葉
(Mg欠乏)



マンゴ어의果実表面が
くぼむ障害 (B欠乏)



マンゴ어의ホウ素過剰